

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) RU (11) **131 179** (13) U1

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ  
(51) МПК  
[G01N 11/00 \(2006.01\)](#)

## (12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

Статус: не действует (последнее изменение статуса: 08.08.2016)

(21)(22) Заявка: [2013106891/28](#), 15.02.2013(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
15.02.2013

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 15.02.2013

(45) Опубликовано: [10.08.2013](#) Бюл. № 22

Адрес для переписки:

620002, г.Екатеринбург, ул. Мира, 19, УрФУ,  
Центр интеллектуальной собственности,  
Маркс Т.В.

(72) Автор(ы):

Поводатор Аркадий Моисеевич (RU),  
Вьюхин Владимир Викторович (RU),  
Цепелев Владимир Степанович (RU),  
Конашков Виктор Васильевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
"Уральский федеральный университет  
имени первого Президента России Б.Н.  
Ельцина" (RU)

## (54) УСТРОЙСТВО СРАВНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ РАСПЛАВОВ

(57) Реферат:

Предлагаемая полезная модель относится к технической физике, а именно - к анализу физико-химических параметров металлических сплавов, в частности, на основе железа или никеля, путем фотометрического определения кинематической вязкости  $\nu$ , электросопротивления  $\rho$  и плотности  $d$  нагреваемого образца в зависимости от температуры. Полезная модель может быть использована в лабораторных исследованиях, на предприятиях металлургической промышленности, при выполнении лабораторных работ в вузах.

В устройство, содержащее комплекс блоков определения температурных зависимостей  $\nu$ ,  $\rho$  и  $d$  расплава, имеющих выходы для вывода значений параметров, введены соединенные последовательно перемножитель, запоминающее устройство и блок вычитания.

Предлагаемая полезная модель обеспечивает определение мультипликативных значений  $M_i = (\nu^l \cdot \rho^m \cdot d^n)_i$  температурных зависимостей свойств расплавов, упрощение сравнительной оценки  $\Delta M = M_i - M_{i+1}$  этих значений, а в конечном итоге повышение достоверности и точности результатов измерений величины параметров расплава при изменениях температуры, расширение функциональных возможностей, упрощение и удешевление экспериментов.

1 п. ф-лы, 5 илл.

Предлагаемая полезная модель относится к технической физике, а именно, к анализу физико-химических параметров металлических сплавов, в частности, на основе железа или никеля, путем фотометрического определения кинематической вязкости  $\nu$ , электросопротивления  $\rho$  и плотности  $d$  нагреваемого образца в

зависимости от температуры. Полезная модель может быть использовано в лабораторных исследованиях, на предприятиях металлургической промышленности, при выполнении лабораторных работ в вузах.

Многopараметрическое исследование физико-химических параметров металлических жидкостей и расплавов, в частности, на основе железа или никеля, и прежде всего, высокотемпературных ( $t_{пл}=+1000...2000^{\circ}\text{C}$ ), таких как определение кинематической вязкости  $\nu$  в образце, помещенном в тигель объемом несколько кубических сантиметров, который подвешен на упругой проволоке внутри вертикальной вакуумной электропечи, а также бесконтактное определение электропроводности  $1/\rho$  или электросопротивления  $\rho$  образца методом вращающегося магнитного поля и определение плотности  $d$  этого образца методом «большой лежащей капли», позволяют проводить анализ материалов и давать рекомендации для получения сплавов с заданными характеристиками на предприятиях и, в частности, корректировать технологические режимы. В основе анализа многокомпонентных промышленных сплавов лежат сведения о термозависимостях (политермах) ряда физических характеристик металлов. Кроме того, анализ политерм ряда важнейших экспериментально доступных термозависимых параметров сплавов - кинематической вязкости  $\nu$ , электросопротивления  $\rho$  и плотности  $d$  нагреваемого образца, позволяет выделять особые точки, в частности, температуру начала гистерезиса  $t_r$ , критическую  $t_{кр}$  и температуру аномального изменения свойств расплава  $t_{ан}$ , а также гистерезисные характеристики цикла «нагрев - охлаждение». Необходимо отметить, что экспериментальное определение термозависимостей вышеуказанных параметров, в том числе гистерезиса, т.е. ветвления политерм и его особенностей, свидетельствует о преимущественно функциональной связи этих параметров. Получение однозначных временных сравнительных характеристик одного и того же расплава, а также их сравнительный анализ с аналогичными расплавами затруднены - достаточно сравнить термозависимости различных параметров - см. Ларионов В.Н. «Управление структурой и качеством отливок из жаропрочных никелевых сплавов высокотемпературной обработкой расплава», в кн. «Свойства металлических расплавов», ч.2, Екатеринбург, УГТУ-УПИ, 2008, с.80, рис.1. Принято считать, что вышеуказанные термозависимые параметры в первом приближении отражают физические процессы внутреннего трения как на атомном уровне, так и на уровне «электронного газа» в металлических расплавах и связаны между собой соотношениями, количественно совпадающими с экспериментами - см. Баум. Б.А. и др. «Металлические расплавы в прогрессивных технологиях», в кн. «Свойства металлических расплавов», ч. 1, Екатеринбург, УГТУ - УПИ, 2008, с.109...111, рис 1 - аналог. В частности, вышеотмеченные параметры связаны между собой, по крайней мере у чистых не переходных металлов, соотношением:

$$\nu = \text{const} \cdot B / \rho \cdot d \quad (1)$$

где  $B$  - слабая функция температуры, медленно спадающая в интервале температур от  $t_{пл}$  до  $2 t_{пл}$ .

Таким образом, значения параметров  $\nu$ ,  $\rho$ ,  $d$  в большинстве случаев взаимосвязаны, необходимы и достаточны для характеристики исследуемого сплава.

Наиболее близким к предлагаемой полезной модели является фотометрическое устройство определения у изучаемого расплава параметров кинематической вязкости  $\nu$ , с возможностью определения посредством метода вращающегося магнитного поля электросопротивления  $\rho$ , а также плотности  $d$  методом «большой капли», в виде компьютеризованного комплекса установок - см. В.В.Конашков и др. «Комплекс для исследования физических свойств высокотемпературных металлических расплавов», журн. «Приборы и техника эксперимента», 2012, №1, с.162-163 - прототип. При этом несколько раз измеряют температурные зависимости параметров вязкости  $\nu$ , электросопротивления  $\rho$  и плотности  $d$  расплава в определенном диапазоне температур с получением значений параметров в виде электрических сигналов. Измерение вышеуказанных параметров проводят для каждой температурной точки  $t_j$  с получением значений этих параметров в виде электрических сигналов, после чего производят аналогичное измерение этих же параметров в следующей температурной точке  $t_{j+1}$  и т.д. Затем полученные термозависимости параметров анализируют, по сути дела, независимо друг от друга.

Устройство сравнения параметров расплавов содержит компьютеризованный комплекс блоков определения температурных зависимостей параметров кинематической вязкости  $\nu$ , электросопротивления  $\rho$  и плотности  $d$  расплава, имеющих выходы для вывода значений параметров в виде соответствующих электрических сигналов.

Устройство предназначено преимущественно для изучения высокотемпературных расплавов на основе, например, железа или никеля.

Недостатками устройства по вышеуказанному аналогу и прототипу являются, во-первых то, что информация о параметрах расплавов неоднозначный характер, в том числе, по характеристикам гистерезиса термозависимостей и температур  $t_r$ ,  $t_{кр}$ ,  $t_{ан}$ , при этом отсутствует однозначная наглядная мультипликативная оценка данных группы вышеуказанных измеренных параметров для одного и того же или разных расплавов.

Во-вторых, в случае необходимости неоднократного сравнительного исследования например, этого же расплава после изменения технологии его создания, либо близких по составу расплавов, проводят заново, от начала до конца, весь цикл многопараметровых экспериментов. Однако из-за того, что отсутствует сравнительное комбинированное мультипликативное значение по данным всей группы измеряемых параметров расплавов, не обеспечены наглядность, однозначность и упрощение сравнительной оценки временных сдвигов характеристик этих расплавов, а также не обеспечены снижение трудоемкости и стоимости экспериментов. В конечном итоге, уменьшаются наглядность, достоверность и точность сравнения значений параметров расплава при изменениях температуры, не обеспечивается расширение функциональных возможностей устройства, а также упрощение и удешевление эксперимента.

Задачей предлагаемой полезной модели является определение мультипликативных значений температурных зависимостей свойств расплавов, упрощение сравнительной оценки этих значений, а в конечном итоге повышение наглядности, достоверности и точности результатов измерений величины параметров расплава при изменениях температуры, расширение функциональных возможностей, упрощение и удешевление экспериментов.

Поставленная задача решается с помощью устройства сравнения параметров расплавов.

Устройство сравнения параметров расплавов, содержащее блоки определения температурных зависимостей параметров вязкости  $\nu$ , электросопротивления  $\rho$  и плотности  $d$  расплава, имеющие выходы для вывода значений параметров в виде соответствующих электрических сигналов, отличающееся тем, что в него введены соединенные последовательно перемножитель, запоминающее устройство и блок вычитания, каждый из входов перемножителя соединен с соответствующим выходом одного из блоков определения температурных зависимостей параметров вязкости  $\nu$ , электросопротивления  $\rho$  и плотности  $d$  расплава.

Кроме того, блок вычитания выполнен с регулируемым порогом.

Предлагаемое изобретение поясняется чертежами:

фиг.1. Блок-схема измерительного комплекса;

фиг.2. Программа для микроконтроллера STM32F103;

фиг.3. Термозависимости мультипликативных параметров  $M_i$ , вязкости  $\nu$ , электросопротивления  $\rho$  и плотности  $d$  сплава ЖС 26 (• - нагрев, о - охлаждение);

фиг.4. Термозависимости мультипликативных параметров  $M_i$ , вязкости  $\nu$ , электросопротивления  $\rho$  и плотности  $d$  сплава Р6М5 первого (•) и второго (▲) производителей при нагреве;

фиг.5. Термозависимости разности (х) значений  $\Delta_M$  мультипликативных параметров  $M_i$  первого (◆) и второго (▲) производителей сплава Р6М5 при нагреве.

Устройство сравнения параметров расплавов (фиг.1), содержит компьютеризованный комплекс 1 блоков (на схеме не показаны) определения температурных зависимостей параметров вязкости  $\nu$ , электросопротивления  $\rho$  и плотности  $d$  расплава, а также перемножитель 2, запоминающее устройство 3, блок вычитания 4, блок аудиовизуальной сигнализации 5, последовательно соединенные друг с другом, а также с компьютером компьютеризованного комплекса 1 (на схеме не показан). Каждый из блоков определения температурных зависимостей параметров  $\nu$ ,  $\rho$  и  $d$  расплава оснащен выходом для вывода значений параметров  $\nu$ ,  $\rho$  и  $d$  в виде соответствующих электрических сигналов, например, однополярных кодированных импульсных последовательностей напряжения. Выход перемножителя 2 и вход блока вычитания 4 соединены с запоминающим устройством 3. Блок аудиовизуальной сигнализации 5 кроме того соединен с компьютером комплекса 1. Блок вычитания 4 имеет возможность установки регулируемого порогового значения 6, например, однополярных кодированных импульсных последовательностей напряжения  $U_{пор}$ . Блок измерения вязкости  $\nu$  выполнен в виде устройства фотометрического определения кинематической вязкости  $\nu$  путем измерения параметров

экспоненциального затухания (декремента) крутильных колебаний тигля с расплавом, подвешенного на упругой нити - см. пат. РФ №2386948. Блок изучения электросопротивления  $\rho$  выполнен в виде устройства для бесконтактного измерения электрического сопротивления  $\rho$  образца расплава методом вращающегося магнитного поля - см. пат. РФ №2299425. Основные узлы (на схеме не показаны) блоков определения температурных зависимостей параметров  $v$ ,  $\rho$  расплава представляют собой вертикальную вакуумную электропечь, в зоне нагрева которой на подвеске коаксиально подвешен тигель с исследуемым образцом, соединенный с упругой проволоочной частью подвески с помощью керамического стержня, фотометрическое измерительное устройство, которое состоит из зеркала, закрепленного на верхнем конце керамического стержня, источника света и измерительного фотоприемного устройства. Кроме того, блок изучения электросопротивления  $\rho$  содержит источник вращающегося с частотой 50 Гц постоянного по амплитуде магнитного поля в виде статора трехфазного двигателя, расположенного вблизи зоны нагрева электропечи. Блок определения температурных зависимостей плотности  $d$  расплава методом «большой капли» использует горизонтальную вакуумную электропечь, в зоне нагрева которой на керамической подложке находится каплевидный образец расплава, фотоизображение которого регистрируют видеокамерой, соединенной с компьютером компьютеризованного комплекса 1, который вычисляет геометрические характеристики фотоизображения контура капли для определения  $d$  расплава. Основные узлы этого блока известны - см. пат. РФ на полезную модель №101191. Выходы портов USB (или LPT) вышеупомянутого компьютера являются соответствующими выходами блоков устройства определения температурных зависимостей параметров  $v$ ,  $\rho$ ,  $d$  расплава. Блок аудиовизуальной сигнализации 5 может быть выполнен, например, по схеме с дискретными элементами на основе КМОП микросхем - см. пат. РФ на полезную модель №96660, либо, в случае программной реализации блока аудиовизуальной сигнализации 5, используют дисплей и акустические излучатели компьютера компьютеризованного комплекса 1. Перемножитель 2, запоминающее устройство 3, блок вычитания 4, блок аудиовизуальной сигнализации 5 выполнены в виде виртуальных приборов в составе компьютера компьютеризованного комплекса 1, работающего с программой Excel. Перемножитель 2, запоминающее устройство 3, блок вычитания 4, блок аудиовизуальной сигнализации 5 также могут быть выполнены на микроконтроллере STM32F103 фирмы ST. Пример программы для STM32F103 на языке C, реализующей его применение в полезной модели, приведен на фиг.2.

Определение температурных зависимостей  $(v, \rho, d)=f(t_j)$  и последующее определение мультипликативного значения  $M_i=\psi(t_j)$  температурных зависимостей свойств расплавов осуществляют в соответствии с формулой:

$$M_i = (v^1 \cdot \rho^m \cdot d^n)_i \quad (2)$$

где: 1, m, n - любые числа, в том числе дробные, следующим образом.

После подготовительных работ на каждом из блоков компьютеризованного комплекса 1, на них осуществляют соответствующие эксперименты по снятию термозависимостей  $v$ ,  $\rho$ ,  $d$  данного расплава в необходимом температурном диапазоне в одних и тех же температурных точках  $t_j$ , которые используют в процессе эксперимента. Каждая из этих точек  $t_j$  должна быть задана с максимально возможной степенью совпадения значения  $t_j$ , например, с разбросом меньше  $\pm 5^\circ\text{C}$  в области температур  $t_j = +(1000 \dots 2000)^\circ\text{C}$ , при этом точки  $t_j$  цикла «нагрев-охлаждение» могут быть отделены друг от друга и при этом не совсем точно совпадают по величине. Электрические сигналы, отражающие  $v$ ,  $\rho$ ,  $d$  у одного и того же расплава в необходимом температурном диапазоне в одних и тех же температурных точках  $t_j$ , подают с выходных шин, например, портов USB каждого из соответствующих блоков в составе компьютеризованного комплекса 1, на соответствующие входы перемножителя 2. Кроме того, значения параметров  $v$ ,  $\rho$ ,  $d$  одновременно сохраняют в запоминающем устройстве компьютеризованного комплекса 1 (на схеме не показано), в качестве которого используют внутреннюю или съемную память компьютера. В варианте реализации, как указано выше, перемножителя 2, запоминающего устройства 3, блока вычитания 4, блока аудиовизуальной сигнализации 5, выполненных в виде виртуальных приборов в составе компьютера компьютеризованного комплекса 1, работающего с программой Excel, эти значения параметров  $v$ ,  $\rho$ ,  $d$  вводят в Excel, перемножают, вычисляют  $M_i$  с помощью входящих в состав Excel функций по формуле:

$$M_i = (v^l \cdot \rho^m \cdot d^n)_i \quad (3)$$

где:  $l, m, n$  - любые числа, в том числе дробные, в частности  $l=m=n=1$

Возможно, экспериментальные значения  $v, \rho, d$  при долговременном накоплении данных, в том числе при многократных исследованиях, могут потребовать внесения в значение  $M_i$  корректирующих поправок, которые можно математически выразить в виде эмпирического степенного показателя  $l, m, n \neq 1$  при каждом из значений  $v, \rho, d$ . Однако, по крайней мере при начальной стадии исследований, необходимо и достаточно использовать простые значения:  $l=m=n=1$ :

$$M_i = (v \cdot \rho \cdot d)_i \quad (4)$$

Значения  $M_i$  сохраняют в запоминающем устройстве 3 как специфический параметр, характеризующий расплав. В последующем эксперименте с этим же расплавом либо расплавом другого производителя точно также определяют значения параметров  $v, \rho, d$  расплава при одинаковых значениях температуры  $t_j$ , значения этих параметров снова сохраняют в запоминающем устройстве 3, вводят в таблицу Excel, перемножают, вычисляют  $M_i$ , получают новые значения мультипликативного параметра  $M_{i+1}$ , значения  $M_{i+1}$  также запоминают как специфический параметр, характеризующий расплав. Значения  $M_i, M_{i+1}$  сохраняют в запоминающем устройстве комплекса 1 (на схеме не показано), в качестве которого используют внутреннюю или съемную память компьютера, и в запоминающем устройстве 3, подавая значения  $M_i, M_{i+1}$  на вход запоминающего устройства 3. После того, как в запоминающем устройстве 3 зафиксированы значения  $M_i, M_{i+1}$ , эти значения в виде импульсных сигналов с выхода запоминающего устройства 3 подают на вход блока вычитания 4, на его выходе получают разность значений  $\Delta_M = \phi(t_j)$  в соответствии с формулой:

$$\Delta_M = M_i - M_{i+1} \quad (5)$$

Наличие у блока вычитания 4 возможности установки, например, по дополнительному входу, порогового значения  $\theta$ , например, в виде импульсов напряжения  $U_{\text{пор}}$ , не является обязательным на начальных этапах исследований. Выбор порогового значения  $\theta$  целесообразен при накоплении банка данных, в том числе при многократных повторных исследованиях. На начальных этапах исследований пороговое значение  $\theta$  нулевое, оно не влияет на разностную величину  $\Delta_M$ . Для сохранения значения разностной величины  $\Delta_M$  с выхода блока вычитания 4 сигналы, соответствующие величине  $\Delta_M$  подают параллельно на дополнительный вход запоминающего устройства 3 и запоминающего устройства компьютеризованного комплекса 1, а также на блок аудиовизуальной сигнализации 5.

В ряде исследований может оказаться достаточно использовать только одно значение  $M_i$ , например как оценочный специфический параметр, характеризующий расплав. В этом случае определение разности значений  $\Delta_M$  не требуется. Однако, в случае использования разности значений  $\Delta_M$  в экспериментах, его минимальное значение характеризует временную стабильность параметров  $v, \rho, d$  для одного изучаемого сплава, либо тождественность этих параметров у разных сплавов. Например, можно считать, что величина  $\Delta_M = (0,03-0,10) M_i$  свидетельствует о расхождении значений обоих параметров  $M_i$  и  $M_{i+1}$  на величину, соизмеримую с погрешностями измерений, т.е. величина  $\Delta_M = (0,03-0,10) M_i$  в большинстве экспериментов является незначительной. С другой стороны, разность значений  $\Delta_M$  в экспериментах, достигающая величин, кратно превышающих, например, в несколько раз, значения любого из мультипликативных параметров -  $M_i$  или  $M_{i+1}$  свидетельствует о различиях, связанных прежде всего с предисторией шихтовых материалов, однородностью, технологией выплавки сплава, а не с погрешностью измерений.

В качестве примера на фиг.3 приведены термозависимости  $v, \rho, d$  Ni - жаропрочного сплава ЖС26 при нагреве и охлаждении в диапазоне  $t_j = +(1500-1700)^\circ\text{C}$ , а также соответствующие термозависимости  $M_i$  для этих параметров. Очевидно, что термозависимости  $M_i$  выше, чем отдельных составляющих -  $v, \rho, d$ : например, при температуре  $t_j = +1500^\circ\text{C}$  относительные - более наглядные, чем абсолютные, гистерезисные изменения термозависимости  $M_i$  составляют 30%, в то время как индивидуальные гистерезисные изменения по каждому из параметров  $v, \rho, d < 15\%$ . Количество температурных точек  $t_j$  в данном случае:  $h \geq 5$  регистрируют в

большинстве практических случаев, что является достаточным для обработки результатов эксперимента без установления закона распределения, но обеспечивает отклонение результатов измерений, близкое к нормальному закону распределения и незначительно снижает уровень достоверности.

На фиг.4 приведены иллюстративные примеры термозависимостей при режиме нагрева для Fe - сплава Р6М5 от различных - первого и второго производителей, а на фиг.5 приведен график разности значений  $\Delta_M$  для мультипликативных параметров  $M_i$  - первого и  $M_{i+1}$  - второго производителей. При этом  $\Delta_M$  может быть выражена и в процентном виде, т.е. в относительных значениях по отношению, например, к  $M_i$  что в иногда удобнее либо нагляднее, чем абсолютные величины. Из фиг.5 следует, во-первых, что относительная величина этой разности значений  $\Delta_M$  достаточно стабильная и в процентном отношении  $\Delta_M (\%) = 20\%$  в диапазоне  $t_j = +(1500-1700)^\circ\text{C}$ , с незначительным отклонением от этой величины - до 23% при температуре  $t_j = +1600^\circ\text{C}$ . Во-вторых, образцы предположительно отличаются по предистории шихтовых материалов, степени однородности, технологии выплавки сплава, поскольку величина 20% превышает погрешность измерений  $\nu$ ,  $\rho$ ,  $d$ , равную (3...10) %.

Кроме того, целесообразно использовать удельные величины разности значений  $\Delta_M$  и (или) мультипликативных параметров  $M_i$  по отношению к единице температуры, например, аналогично ТКС (температурному коэффициенту сопротивления) или табличным значениям отношения удельной электропроводности  $1/\rho$ ,  $1/\text{Ом}\cdot\text{см}$ , к теплопроводности металлов  $k$ ,  $\text{Вт}/\text{см}\cdot\text{град}$ , приведенных для ряда температур  $t$  для железа и никеля - см. В.А.Зиновьев и др. «Краткий технический справочник», М., Л., 1949, Гос. изд. технико-теоретической литературы, ч.1, с.175, табл.66. Полезная модель позволяет сравнить температурные приращения вышеотмеченных значений. Например, для вышеуказанных примеров разности значений  $\Delta_M$  и (или) мультипликативных параметров  $M_i$  и  $M_{i+1}$  приведенных на фиг.5, температурный коэффициент  $K_t$  для  $\Delta_M$  равен:

$$K_t \approx 2 \cdot 10^{-9} / 200^\circ\text{C} \approx 10^{-11} \text{ усл.ед.}/^\circ\text{C};$$

$K_t$  для  $M_i$  и  $M_{i+1}$  равен, соответственно,  $K_t \approx 3 \cdot 10^{-11}$  усл.ед./ $^\circ\text{C}$  и  $\approx 3 \cdot 10^{-11}$  усл.ед./ $^\circ\text{C}$ . Данные, которые проведены на фиг.3, 4, 5 подтверждают, что физически значения  $\Delta_M$  и  $M$ , основанные на взаимосвязанных параметрах  $\nu$ ,  $\rho$ ,  $d$  отражают в обобщающем мультипликативном параметре  $M$  процессы внутреннего трения как на атомном уровне, так и на уровне «электронного газа» в металлических расплавах.

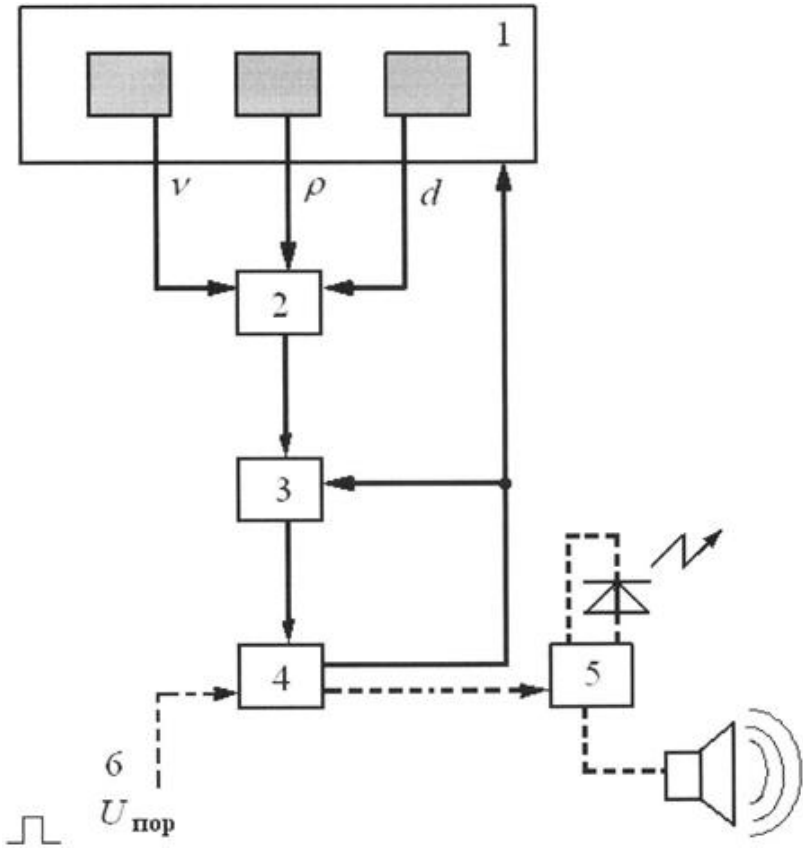
Полезная модель обеспечивает определение мультипликативных значений температурных зависимостей свойств расплавов, упрощение сравнительной разностной оценки этих значений, а в конечном итоге повышение наглядности, достоверности и точности результатов измерений величины параметров расплава при изменениях температуры, расширение функциональных возможностей устройства, упрощение и удешевление экспериментов.

#### Формула полезной модели

1. Устройство сравнения параметров расплавов, содержащее блоки определения температурных зависимостей параметров вязкости  $\nu$ , электросопротивления  $\rho$  и плотности  $d$  расплава, имеющие выходы для вывода значений параметров в виде соответствующих электрических сигналов, отличающееся тем, что в него введены соединенные последовательно перемножитель, запоминающее устройство и блок вычитания, каждый из входов перемножителя соединен с соответствующим выходом одного из блоков определения температурных зависимостей параметров вязкости  $\nu$ , электросопротивления  $\rho$  и плотности  $d$  расплава.



2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что блок вычитания выполнен с регулируемым порогом.

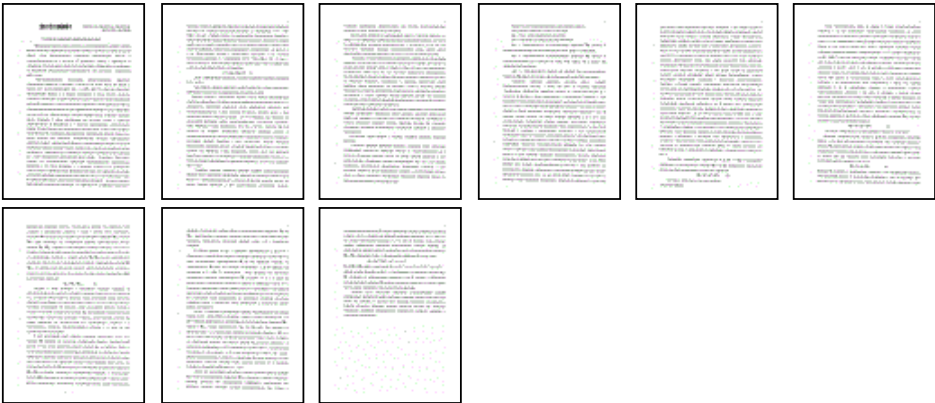


ФАКСИМИЛЬНЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ

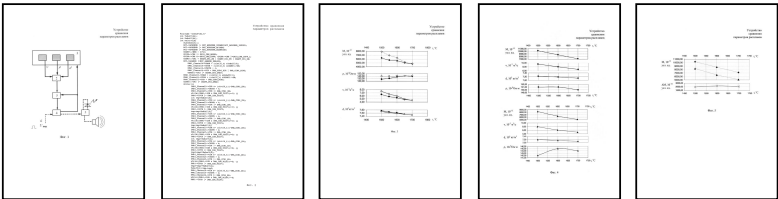
Реферат:



Описание:



Рисунки:



ИЗВЕЩЕНИЯ

ММ1К Досрочное прекращение действия патента из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе

Дата прекращения действия патента: **03.08.2013**

Дата публикации: [10.11.2015](#)